

**HIGH STRENGTH COLD ROLLED STEEL SHEET HARD TO BE CORRODED AND EXCELLENT IN GEOMAGNETIC SHIELDING PROPERTY**

**Patent number:** JP2000038644  
**Publication date:** 2000-02-08  
**Inventor:** TANAKA AKIRA; SAKUMA KOJI; MIYAUCHI YUJIRO  
**Applicant:** NIPPON STEEL CORP  
**Classification:**  
**- international:** C21D8/12; C22C38/00; C22C38/08; C21D8/12;  
C22C38/00; C22C38/08; (IPC1-7): C22C38/00;  
C21D8/12; C22C38/08  
**- european:**  
**Application number:** JP19980205130 19980721  
**Priority number(s):** JP19980205130 19980721

**Report a data error here**

**Abstract of JP2000038644**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To produce a cold rolled steel sheet excellent in geomagnetic shielding properties and hard to be corroded as cold-rolled and to provide a method for producing it. **SOLUTION:** This high strength cold rolled steel sheet hard to be corroded and excellent in geomagnetic shielding properties is the one having a compsn. contg., by weight (and so forth as to the steel components), 0.0003 to 0.007% C, 0.5 to 2.5% Si, 0.05 to 2.0% Mn, 0.005 to 0.1% P, 0.0001 to 0.05% S, 0.0001 to 0.1% Al, 0.0005 to 0.005% N,  $\leq 0.05\%$  Ni, and the balance Fe with inevitable impurities, in which the thickness of an Si oxidized film in the surface layer is 1.0 to 7.5 nm.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-38644

(P 2 0 0 0 - 3 8 6 4 4 A)

(43) 公開日 平成12年2月8日(2000.2.8)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード	(参考)
C22C 38/00	303	C22C 38/00	303	S 4K033
C21D 8/12		C21D 8/12		A
C22C 38/08		C22C 38/08		

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全6頁)

(21) 出願番号	特願平10-205130	(71) 出願人	000006655 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号
(22) 出願日	平成10年7月21日(1998.7.21)	(72) 発明者	田中 暁 千葉県君津市君津1番地 新日本製鐵株式 会社君津製鐵所内
		(72) 発明者	佐久間 康治 千葉県君津市君津1番地 新日本製鐵株式 会社君津製鐵所内
		(74) 代理人	100074790 弁理士 椎名 彊

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 腐食しにくく地磁気シールド性に優れた高強度冷延鋼板とその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は地磁気シールド性に優れ、冷延まま  
で腐食しにくい冷延鋼板とその製造方法を提供する。

【解決手段】 重量% (以下鋼成分に関しては同様)  
で、C: 0.0003~0.007%、Si: 0.5~  
2.5%、Mn: 0.05~2.0%、P: 0.005  
~0.1%、S: 0.0001~0.05%、Al:  
0.0001~0.1%、N: 0.0005~0.00  
5%、Ni: 0.05%以下を含有し、残部Fe及び不  
可避的不純物から成る鋼スラブを所定の条件で製造する  
ことにより、腐食しにくく地磁気シールド性に優れた高  
強度冷延鋼板を提供できる。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 重量% (以下鋼成分に関しては同様)

で、

C : 0. 0 0 0 3 ~ 0. 0 0 7 %,

S i : 0. 5 ~ 2. 5 %,

M n : 0. 0 5 ~ 2. 0 %,

P : 0. 0 0 5 ~ 0. 1 %,

S : 0. 0 0 0 1 ~ 0. 0 5 %,

A l : 0. 0 0 0 1 ~ 0. 1 %,

N : 0. 0 0 0 5 ~ 0. 0 0 5 %,

N i : 0. 0 5 % 以下を含有し、残部 F e 及び不可避免的  
不純物から成り、表層 S i 酸化膜厚が 1. 0 ~ 7. 5 n  
m であることを特徴とする、腐食しにくく地磁気シール  
ド性に優れた高強度冷延鋼板。

【請求項 2】 請求項 1 記載の鋼にさらに B : 0. 0 0  
0 1 ~ 0. 0 0 3 0 % を含有し、残部 F e 及び不可避免的  
不純物から成り、表層 S i 酸化膜厚が 1. 0 ~ 7. 5 n  
m であることを特徴とする、腐食しにくく地磁気シール  
ド性に優れた高強度冷延鋼板。

【請求項 3】 請求項 1 又は請求項 2 記載の鋼スラブを  
1 2 0 0 ° C 以下で加熱後、ロール中心線粗さを 2 μ m 以  
下とした仕上圧延ロールを使用し、巻取温度を 6 0 0 ~  
7 5 0 ° C 以下とし、酸洗後連続焼鈍するに当たり、水素  
濃度を 1. 0 % 以上、残部窒素ガス及び不可避免的ガスか  
らなる雰囲気中で均熱温度を 7 5 0 ~ 9 0 0 ° C、露点 1 0  
° C 以下とすることによって得られる表層 S i 酸化膜厚が  
1. 0 ~ 7. 5 n m であることを特徴とする、腐食しにく  
く地磁気シールド性に優れた高強度冷延鋼板の製造方  
法。

## 【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】 本発明は、地磁気シールド性  
に優れ、冷延ままで腐食しにくい冷延鋼板とその製造方  
法に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】 薄鋼板が使用される家庭電気製品、自動  
車、家具、建築用途に必要な特性としては、強度、防錆  
性、加工性等があげられるが、たとえば T V ブラウン管  
用材料などでは、電子ビームが地磁気により偏向しない  
ようにすることが重要となっており、地磁気シールド性  
が求められている。地磁気シールド性とは、地磁気に相  
当する直流地場における磁化力、0. 3 エールステッド  
前後での初透磁率  $\mu_0$  で表され、大きい方が優れてい  
る。またこうした材料でも他の家電製品や自動車等に見  
られるように軽量化のために高強度化についても要請さ  
れている。

【0 0 0 3】 高強度でかつ地磁気シールド性を良好とす  
ることは、J I S C 2 5 5 2 に規定するような無方向  
性電磁鋼板を用いることで容易に実現できるが、無方向  
性電磁鋼板は、製造設備と製造方法が限定され、プレス

用薄鋼板のような様々な板厚のものを製造することが出  
来ず高コストである。また、前記 T V ブラウン管用材料  
では電磁鋼板のように高磁場での特性を必要とせず、こ  
れを用いることは過剰品質となる。

【0 0 0 4】 本発明者らはこれに鑑み、特願平 9 - 3 0  
2 6 3 0 号や特願平 9 - 3 0 2 6 3 1 号に示すように、  
降伏強度が 2 5 0 ~ 3 0 0 M P a 以上の高強度でかつ、  
初透磁率  $\mu_0$  が地磁気シールド性を満たすレベル、す  
なわち  $\mu_0$  が 5 0 0 程度となる鋼板を製造する技術を  
開発してきた。しかし、S i や M n 等の酸化しやすい元  
素を多く含むため、冷延ままにおける耐錆性に課題があ  
り、地磁気シールド性と耐錆性を両立し得る高強度冷延  
鋼板がないというのが現状であった。

【0 0 0 5】

【発明が解決しようとする課題】 本発明の目的は上述の  
ような問題を解決し、腐食しにくく、地磁気シールド性  
に優れた高強度冷延鋼板とその製造方法を提供するもの  
である。

【0 0 0 6】

【課題を解決するための手段】 本発明では、高強度化の  
ため S i, M n, P 等の添加を基本としており、さらに  
磁気特性の向上と腐食しにくい冷延鋼板であることを両  
立させる必要があることから、冷延鋼板の表面について  
E S C A, A E S 等の表面分析手段を用いて鋭意研究を  
重ねた。その結果、鋼板表面に S i 酸化膜がない場合や  
反対に厚過ぎる場合に点錆が発生し易いということを知  
見した。このメカニズムの詳細は明らかでないが恐らく  
S i 酸化膜は耐錆性があり、厚過ぎる場合は S i 酸化膜  
が脆いために調質圧延や取り扱い時に割れが入り、これ  
が錆の起点となると考えられる。

【0 0 0 7】 これは、スケールキズの発生と、ある程度  
の相関が見られたことから、スケールキズが発生しない  
ような手段をとることが有効であると考え、N i 等の元  
素を抑制したり、圧延ロール粗さの制限やデスクーリン  
グの強化を行った。しかし、このような手段を講じても  
耐錆性の向上があまり見られなかった。そこで、鋼板表  
面の元素の濃化は、焼鈍温度、雰囲気、冷却方法に影響  
されることも考えられるため、熱延条件に加えて、焼鈍  
条件についても検討を行った。そして、再結晶焼鈍の雰  
囲気や温度をある範囲としたところ S i の酸化膜厚が  
1. 0 ~ 7. 5 n m となり、耐錆性に向上が見られるこ  
とを突き止めた。

【0 0 0 8】 本発明は、これらの新知見に基づいてさら  
に構成成分や製造条件を鋭意検討した結果、磁化力 0. 3  
エールステッドでの初透磁率が 5 0 0 以上の地磁気シール  
ド性に優れ、腐食しにくい高強度冷延鋼板を得るこ  
とを可能としたものであり、その要旨は下記の通りであ  
る。

( 1 ) C : 0. 0 0 0 3 ~ 0. 0 0 7 %, S i : 0. 5  
~ 2. 5 %, M n : 0. 0 5 ~ 2. 0 %, P : 0. 0 0

10

20

30

40

50

5~0.1%, S:0.0001~0.05%, Al:0.0001~0.1%, N:0.0005~0.005%, Ni:0.05%以下を含有し、残部Fe及び不可避免の不純物から成り、表層Si酸化膜厚が1.0~7.5nmであることを特徴とする、腐食しにくく地磁気シールド性に優れた高強度冷延鋼板。

【0009】(2)請求項1記載の鋼にさらにB:0.0001~0.0030%を含有し、残部Fe及び不可避免の不純物から成り、表層Si酸化膜厚が1.0~7.5nmであることを特徴とする、腐食しにくく地磁気シールド性に優れた高強度冷延鋼板。

(3)請求項1又は請求項2記載の鋼スラブを1200℃以下で加熱後、ロール中心線粗さを2μm以下とした仕上圧延ロールを使用し、巻取温度を600~750℃以下とし、酸洗後連続焼鈍するに当たり、水素濃度を1.0%以上、残部窒素ガス及び不可避免のガスからなる雰囲気中で均熱温度を750~900℃、露点10℃以下とし、表層Si酸化膜厚が1.0~7.5nmであることを特徴とする、腐食しにくく地磁気シールド性に優れた高強度冷延鋼板の製造方法にある。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明を詳細に説明する。まず、鋼成分について説明する。Cは鋼を強化する重要な元素であり、単に高強度化するには添加量を増やせばよいが、添加量が増えると炭化物の析出により磁化を阻害し地磁気シールド性を劣化させるため極低碳素鋼とすべきであり、上限を0.007%とする。一方0.003%未満では製鋼工程における脱炭時間がかかりすぎるため、これを下限とした。

【0011】Siは、固溶強化元素であるとともに初透磁率への悪影響がP、Mnより小さく、重要な元素であり、0.5%以上の添加が必要である。そして250~300MPa以上の降伏強度を得るには、0.6%以上の添加が望ましい。しかし2.0%を超えて添加すると鋼が脆化するためこれを上限とした。Mnも固溶して鋼を強化し、また、Sによる鋼の脆化を防止するため、0.05%以上の添加が必要である。しかし、PやSiに比べ強化代が小さいため高強度を得るためには多量の添加を必要とするが、2.0%を超えて添加すると鋼が脆化するため上限を2.0%とした。

【0012】Pも鋼を強化し、強化代はMn、Siよりも大きいことから有力な元素であるが、結晶粒界に析出しやすく、結晶粒を微細化するため地磁気シールド性への悪影響が大きい。また、多量の添加は鋼を脆化させるため上限を0.1%とした。一方0.005%未満とするには脱Pコストがかかりすぎるため、これを下限とした。Sは、鋼を脆化し、またMnSとしてSを固定し脆化を防止した場合でも、地磁気シールド性を劣化させるため、0.05%を上限とする。一方、0.0001%未満とすることは工業的に困難であるため、0.000

1~0.05%とした。

【0013】Alは、AlNとして微細析出すると地磁気シールド性が極端に劣化するため、なるべく少ない方が望ましいがN時効による機械特性の劣化を防止する役割も持っており上限を0.1%とする。一方、Alは脱酸剤として製鋼工程にて添加されるため0.0001%以下とすることは困難であるため、これを下限とし、0.0001~0.1%とした。Nは、AlNとして微細析出することで地磁気シールド性を劣化させるため上限を0.005%とし、一方0.0005%未満とするには高コストとなるので、0.0005~0.005%とした。

【0014】Niは、本発明にとって重要な元素であり、この添加は、局部的濃化を通じて地鉄・スケール界面の粗さを粗くし、スケールキズを発生しやすくするとともに、Siの酸化膜が局部的に濃化し、耐錆性を劣化するため、上限を0.05%とする。望ましくは0.02%以下である。Bは、鋼中でBNを形成し、地磁気シールド性に悪影響を与えるAlNの微細析出を抑制するために必要に応じて添加される。0.0001%未満ではその効果がなく、0.030%を越えるとBNの析出が地磁気シールド性に悪影響を及ぼすため0.0001~0.0030%とした。

【0015】次に製造方法について述べる。鋼の製造から熱間圧延に至るまでの工程については特に限定はないが、熱延工程での加熱温度は、1200℃を越えるとSi起因のスケールによって表面性状が劣化するとともに、鋼中のMnSが再固溶し、熱間圧延工程中に微細析出し粒成長を抑制し、地磁気シールド性が劣化するため1200℃以下とする。熱間圧延工程は冷延・焼鈍後の表面の状態に影響を与えるが、仕上げ工程までは通常の方法で構わない。仕上圧延に用いるロールの中心線粗さは2μm以上とすることで、均一にスケールが剥離されスケールキズの発生とSi酸化膜厚の不均一さを回避することが出来る。

【0016】巻取温度は、冷延・焼鈍後の粒径を通して磁気特性に影響し、地磁気シールド性の向上と冷延焼鈍後のSi酸化膜の成長のためには、なるべく高温であることが望ましく、少なくとも600℃以上とすべきであり、好ましくは650℃以上とする。一方、高温にしすぎると酸洗ラインでの脱スケール時間が長くなり、またSi酸化膜厚が厚くなりすぎて耐錆性も劣化するため上限を750℃とする。

【0017】酸洗、冷延後の焼鈍工程は本発明にとり重要である。焼鈍均熱温度は、フェライト粒径に影響し、粒径が大きい程地磁気シールド性が良いことからなるべく高温であることが望ましく、少なくとも750℃以上であることが必要である。しかし、高温にし過ぎるとα鉄からγ鉄への変態が生じ、冷却時のフェライト粒径が小さくなり地磁気シールド性が劣化するとともに、Si

酸化膜が厚くなり過ぎて耐錆性が劣化するので上限を 900℃とする。焼鈍雰囲気は、水素濃度を 1%以上、残留窒素ガス及び不可避免的ガスからなる雰囲気とする。この理由は水素濃度が 1%未満であると Si の選択酸化が高温中で起こるとともに拡散が伴い、Si 酸化膜が局部的に濃化し、膜厚が大きくなり過ぎて錆の原因となるためである。また、焼鈍露点も同様の理由で 10℃以下とする。

【0018】焼鈍後の調質圧延については特に規定しないが、地磁気シールド性にとっては、なるべく小さくすることが有効であり、0.5%以下とすることが望ましい。10 以上のようにすることで焼鈍後の鋼板表面の Si の濃化層の厚さが 1.0~7.5nm となり、腐食しにくく、地磁気シールド性に優れた冷延鋼板となる。次に本発明を実施例にて説明する。

【0019】

【実施例】表 1 に示す組成からなるスラブを溶製し、表  
表

2 に示すように、抽出温度 1121~1253℃で抽出後、ロール中心線粗さを 0.8~2.4μm とした仕上げロールを用いて仕上温度 883~948℃、巻取温度 590~810℃とした熱間圧延を行った。その後冷延率 65~80% の冷間圧延を行い、連続焼鈍ラインにおいて、水素濃度 0.5~2.0% で露点 -20~+20℃ の焼鈍雰囲気において 683~902℃ で均熱後、0.3% の調質圧延を行った。このようにして製造された鋼帯から圧延方向に平行に試片を切り出し、表面を X 線光電子分光法により分析し、Si 酸化膜の厚みを計測した。磁気特性は、鋼帯から切り出した 30mm×30mm の試験片を組み合わせて JISC2550 の方法にて直流エプスタイン法にて磁化力 0.3 エールステッドでの初透磁率を求めた。また圧延方向に平行に JIS 5 号引張試験片を切り出し、引張試験を行った。

【0020】

【表 1】

1

鋼種	鋼 成 分 (wt%)									備考
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Ni	B	
A	0.0066	1.44	1.50	0.053	0.001	0.049	0.0010	0.02	0.0025	本 発 明 例
B	0.0052	0.78	1.01	0.044	0.001	0.053	0.0019	0.01		
C	0.0011	1.46	1.45	0.052	0.003	0.032	0.0015	0.01		
D	0.0030	0.76	1.24	0.054	0.007	0.028	0.0021	0.01		
E	0.0042	1.64	1.48	0.061	0.002	0.028	0.0022	0.02		
F	0.0023	1.27	1.23	0.053	0.005	0.037	0.0018	0.01	0.0020	
G	0.0033	<u>2.63</u>	1.55	0.052	0.009	0.028	0.0017	0.01		比 較 例
H	0.0020	1.32	1.17	0.050	0.003	0.03	0.0024	<u>0.06</u>		
I	0.0034	1.67	<u>2.05</u>	0.047	0.007	0.024	0.0020	0.02		
J	0.0038	1.66	1.29	<u>0.12</u>	0.002	0.023	0.0020	0.01		
K	<u>0.0123</u>	1.27	1.06	0.050	0.003	0.03	0.0027	0.01		
L	0.0035	1.06	1.38	0.063	0.004	<u>0.128</u>	0.0022	0.01		

表中下線部は本発明の成分から外れていることを示す。

【0021】

【表 2】

表 2

No.	鋼種	抽出温度 (°C)	仕上温度 (°C)	ロール粗さ (μm)	巻取温度 (°C)	焼鈍温度 (°C)	水素濃度 (D)	露点 (°C)	表層Si厚み (nm)	耐錆性 評点 <sup>*)</sup>	初透磁率	降伏点 (MPa)	引張強さ (MPa)	伸び (C)	備考
1	A	1150	919	0.8	731	880	2.0	0	4	1	610	358	485	37	本 発 明 例
2	A	1150	912	0.8	732	884	1.5	-10	6	3	620	351	480	37	
3	B	1162	908	1.4	845	880	1.5	0	2.5	2	630	287	423	40	
4	B	1148	903	1.0	851	881	1.5	-5	2.5	2	620	293	427	40	
5	C	1160	887	0.8	822	880	2.0	5	1.5	2	560	363	479	38	
6	C	1160	885	0.8	828	880	2.0	-5	1.5	2	560	368	474	38	
7	C	1121	903	0.9	741	876	2.0	0	3.0	1	700	345	467	39	
8	D	1140	885	1.0	708	870	2.0	0	2.5	2	650	284	433	40	
9	E	1155	920	1.2	652	879	2.0	-20	3.0	1	660	360	475	37	
10	E	1165	927	1.2	657	882	1.5	10	3.0	1	670	366	474	37	
11	F	1170	924	0.8	608	878	1.5	-5	4.5	1	530	328	422	41	
12	F	1160	883	1.0	708	782	1.0	-5	4.0	1	570	307	419	38	
13	A	1253	918	0.9	733	880	2.0	0	4.0	1	480	376	473	37	
14	A	1150	925	0.8	735	880	0.5	0	8.5	4	650	341	472	38	比 較 例
15	A	1145	902	2.4	745	880	2.0	0	8.5	4	640	353	481	37	
16	A	1152	909	1.0	810	880	2.0	0	1200	4	690	369	476	38	
17	B	1155	905	1.4	590	880	2.0	0	0.5	4	490	311	436	38	
18	B	1148	913	1.0	660	875	1.0	20	1000	4	600	295	421	40	
19	C	1128	905	2.2	720	881	2.0	5	8.0	4	690	343	471	39	
20	C	1121	910	1.3	750	885	2.0	5	8.5	4	720	335	467	39	
21	D	1140	906	1.0	707	883	2.0	0	0.5	4	110	520	752	6	
22	E	1124	884	1.5	708	902	2.0	0	10	4	720	348	484	38	
23	F	1170	929	0.8	609	876	0.5	0	10	4	510	321	429	40	
24	G	1173	930	0.9	710	880	2.0	0	8.0	4	740	413	585	35	
25	H	1165	921	1.0	803	882	2.0	0	8.0	4	530	323	423	41	
26	I	1152	920	0.8	740	855	2.0	0	2.0	2	400	355	542	38	
27	J	1180	948	1.0	707	885	2.0	-10	4.0	1	440	372	523	35	
28	K	1155	920	0.8	700	880	2.0	0	2.0	2	390	345	573	35	
29	L	1210	885	1.0	701	873	2.0	-5	2.0	2	340	334	439	35	

\*) 耐錆性評点 1: 点蝕無 2: ~5個/m<sup>2</sup> 3: 5~10個/m<sup>2</sup> 4: 10個/m<sup>2</sup> ~  
合格基準: 評点1~3 (不合格: 評点4)

\*\*) 表中下線部は本発明から外れていることを示す。

【0022】耐錆性は、防錆油を各1g/m<sup>2</sup> 塗油したものを5ヶ月放置した後の発錆状況を目視で評価した。N o 1 ~ 1 2 は本発明例であり、耐錆性に優れた初透磁率も大きく地磁気シールド性に優れている。一方、N o 1 3 ~ 2 9 は比較例であり、N o 1 3 は抽出温度が高過ぎるため地磁気シールド性が悪い。N o 1 5 と 1 9 は仕上ロール中心線粗さが大き過ぎるため、耐錆性が悪い。N o 1 6 は巻取温度が高過ぎるため、表層S i 酸化膜が厚く生成するが脆いために調質圧延中やその後の取り扱い時に割れが生じ錆発生起点となる。

【0023】N o 1 7 は巻取温度が低すぎるためS i 酸化膜が生成せず耐錆性に劣るとともに初透磁率も小さい。N o 2 2 は焼鈍均熱温度が高くS i 酸化膜が厚過ぎるため錆発生しやすい。N o 2 6 は焼鈍温度が低すぎるため初透磁率が低く、かつS i 酸化膜厚みが小さ過ぎて耐錆性が悪い。N o 1 4 と 2 3 は焼鈍雰囲気の水素濃度が低すぎるためS i 酸化膜が厚くなり過ぎて耐錆性が悪

い。N o 1 8 は露点が高過ぎてS i 酸化膜が厚くなり過ぎて内部酸化状態となっており耐錆性が悪い。N o 2 4 から 2 9 は鋼成分が本発明から外れており耐錆性又は地磁気シールド性が悪い。

#### 【0024】

【発明の効果】以上述べてきたように、本発明によれば地磁気レベルの直流磁場における初透磁率が大きく、冷延ままにおける耐錆性に優れた高強度冷延鋼板とその製造方法を提供出来る。もちろん本発明鋼は、電気亜鉛めっきや熔融亜鉛めっき等のめっき用原板としても使用可能である。またプレス加工用の薄鋼板の製造に一般的に用いられている連続焼鈍設備を用いて容易に製造できるためTVブラウン管用の防爆バンドや各種磁気シールド材に用いることが出来るばかりか、家庭電気製品や自動車、家具、建築等の広い用途に適用できるため、産業上に与える効果は極めて大きい。

フロントページの続き

(72)発明者 宮内 優二郎  
千葉県君津市君津 1 番地 新日本製鐵株式  
会社君津製鐵所内

Fターム(参考) 4K033 CA06 CA08 CA09 FA01 FA03  
GA00 HA02 JA00 MA03